

引用格式:李媛媛,徐成东,肖革新,等.京津唐地区细菌性痢疾社会经济影响时空分析[J].地球信息科学学报,2016,18(12):1615-1623. [Li Y Y, Xu C D, Xiao G X, et al. 2016. Spatial-temporal analysis of social-economic factors of bacillary dysentery in Beijing-Tianjin-Tangshan, China. Journal of Geo-information Science, 18(12):1615-1623.] DOI:10.3724/SP.J.1047.2016.01615

京津唐地区细菌性痢疾社会经济影响时空分析

李媛媛^{1,2},徐成东^{2*},肖革新³,罗广祥¹

1. 长安大学地球科学与资源学院, 西安 710054; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101; 3. 国家食品安全风险评估中心, 北京 100022

Spatial-temporal Analysis of Social-economic Factors of Bacillary Dysentery in Beijing-Tianjin-Tangshan, China

LI Yuanyuan^{1,2}, XU Chengdong^{2*}, XIAO Gexin³ and LUO Guangxiang¹

1. The School of Earth Science and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, China; 2. Institute of Geographic Sciences & Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, State Key Laboratory of Resources and Environmental Information System, Beijing 100101, China; 3. China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100022, China

Abstract: Bacillary dysentery is a common disease as well as a public health problem with much attention. In recent years, the incidence of bacterial dysentery is rather prevalent in Beijing-Tianjin-Tangshan region. This paper analyzed the seasonal and population characteristics of bacillary dysentery in Beijing-Tianjin-Tangshan region in 2012 firstly. Then, we explored the spatial and temporal clustering of the incidence of bacillary dysentery by using hotspot analysis model. We also investigated the quantitative relationship between the incidence of bacterial dysentery and the social-economic factors by using geographical detector model. The results showed that: (1) the peak attack time of bacillary dysentery was August. The age range that had the highest incidence was 0-9 years old, followed by those above 80 years old. The population that had the highest incidence was farmers, followed by the scattered children. (2) The incidence of bacterial dysentery clustered in both space and time in Beijing-Tianjin-Tangshan region. In space, the high clustering regions for incidence of bacillary dysentery are mainly located in Fangshan District and Mentougou District of Beijing and Binhai New Area of Tianjin; the low clustering regions are mainly located in Luan county of Tangshan. In time, the disease occurred in all the 12 months in 2012 in the high clustering regions, but mainly occurred in January, February, March, April and June in the low clustering regions. (3) The major socio-economic factors affecting the spatial distribution of incidence of bacterial dysentery included the proportion of rural population, population density and per capita GDP of each district or county, which explanatory power was 61%, 37% and 20%, respectively. The interactive effects were stronger than their individual effects. This study analyzed the population characteristics, spatial and temporal characteristics and influencing factors of incidence of bacillary dysentery in Beijing-Tianjin-Tangshan region and provided a theoretical basis for the prevention and control of bacterial dysentery in these regions.

Key words: GeoDetector; bacillary dysentery; socio-economic factors; spatial-temporal distribution

*Corresponding author: XU Chengdong, E-mail: xucd@lreis.ac.cn

摘要 细菌性痢疾是常见疾病,也是备受关注的公共健康问题。近年来,京津唐地区的细菌性痢疾发病率相对较高。本文首先分析了2012年京津唐地区细菌性痢疾的季节性和人群特征;其次,使用热点分析模型,探索了京津唐地区细菌性痢疾发病

收稿日期 2016-07-30;修回日期:2016-10-15.

基金项目 中科院战略先导专项子题:应对气候变化的碳收支认证及相关问题/100年来区域年均温估算(XDA05090102);国家“973”计划项目:气候变化对人类健康的影响与适应机制/气候—健康脆弱人群识别和风险区划(2012CB955503)。

作者简介 李媛媛(1990-),女,山西人,硕士生,研究方向为空间分析。E-mail: lyy@lreis.ac.cn

*通讯作者 徐成东(1982-),男,山东人,博士,助理研究员,研究方向为空间分析。E-mail: xucd@lreis.ac.cn

率的时空聚集性;最后,运用地理探测器模型研究了细菌性痢疾的发生和社会经济因素之间的量化关系。结果表明:①细菌性痢疾发病的峰值时间是8月;发病率最高的年龄段是0-9岁,其次是80岁以上;农民群体发病率最高,其次是散居儿童。②京津唐地区细菌性痢疾在空间和时间上都存在聚集性。空间上,细菌性痢疾发病率的高聚集区主要分布于北京市的房山区及门头沟区和天津市的滨海新区,低聚集区主要分布于唐山市的滦县,时间上,细菌性痢疾发病率的高聚集区在12个月均有发生,低聚集区主要发生在1-4月以及6月。③影响细菌性痢疾发病率空间分布的主要社会经济因素为农村人口占总人口的比例、人口密度和各区县的人均GDP,它们的解释力分别为61%,37%和20%,并且发现它们的交互作用都大于独自影响的作用。本研究通过对京津唐地区细菌性痢疾发病情况的人群特征、时空特征以及影响因素的分析,为本地区细菌性痢疾的预防和控制提供理论依据。

关键字 地理探测器;细菌性痢疾;社会经济因素;时空分布

1 引言

细菌性痢疾是由志贺菌属(痢疾杆菌)引起的肠道传染病,是常见病、多发病。它的临床表现主要有发热、腹痛、腹泻等,其中中毒性细菌性痢疾起病急骤,迅速发生循环衰竭和呼吸衰竭,而肠道症状轻或无,病情凶险。细菌性痢疾主要是通过粪-口途径、非感染者与感染者、感染者与感染者之间的接触等传播。无论是发达国家还是发展中国家,细菌性痢疾都是一个备受关注的公共健康问题^[1-2]。

中国细菌性痢疾的疾病负担依然严峻^[3-4]。2009年,细菌性痢疾的新增病例数为269 703例,其中发病率最高的是北京(142.78/10万),发病率最低的是江苏省和广东省^[5];2011年,细菌性痢疾的新增病例数为236743例,发病率最高的仍是北京(132.37/10万),最低的是福建省和上海^[6];2012年,细菌性痢疾的新增病例数为205 972例,研究发现细菌性痢疾的报告发病率居前5位的省(自治区、直辖市)依次是北京(65.27/10万)、天津(63.76/10万)、西藏(42.07/10万)、甘肃(35.96/10万)和新疆(32.89/10万)^[7]。京津唐位于华北平原东北部,华北地区与东北地区间的结合部,是聚集竞争力最高、发展最快的都市经济圈之一,也是中国人口密度最大的地区之一。近年来,京津唐地区细菌性痢疾的发病率相对较高^[8-11]。

许多研究表明,细菌性痢疾的发生与气象因素有直接的关系。例如,Zhang等研究了中国北部的济南市和南部的深圳市宝安区的细菌性痢疾与气象因素的关系,结果显示温度、降水、相对湿度、大气压和细菌性痢疾的发病有显著的相关性^[12];Gao等运用ARIMAX模型分析了长沙市细菌性痢疾与气象因素的关系,发现月平均温度、月平均最高温和月平均最低温每升高1℃,分别对应的细菌性痢疾发病率会增加14.8%,12.9%和15.5%^[13];Huang等在

使用岭回归和聚类分析研究沈阳市细菌性痢疾的发病率和气象数据的关系中发现,温度、降水、蒸发、相对湿度和细菌性痢疾的月发病率都呈正相关^[14]。而目前社会经济因素对细菌性痢疾影响的研究还很少^[14-15]。

在细菌性痢疾影响因素的研究中,目前主要使用的方法有空间面板模型、岭回归和聚类分析、广义加性时间序列模型等。这些方法仅研究了气象因素、社会经济因素对细菌性痢疾发病的影响以及影响因素和细菌性痢疾发病之间的相关性,对于各影响因素之间的相对重要性及交互作用尚未研究;其次,细菌性痢疾的发生具有明显的空间异质性,这在以往的方法中尚未考虑。地理探测器模型是一种可用于探测地理要素空间格局、分析其机理的重要方法,此模型基于空间分异理论和空间方差分析,充分考虑研究对象的空间异质性,探测各影响因素的解释力,揭示因素间的交互作用,目前已广泛用于探测疾病的风险因素。近年来,地理探测器模型也逐渐应用于经济^[16]、地质灾害^[17]、动物生境评价^[18]等诸多领域。故本文运用地理探测器模型,来探测社会经济因素和细菌性痢疾之间的关系。本文明确了京津唐地区细菌性痢疾发病的人群特征、时空特征,论证了社会经济因素对细菌性痢疾的影响,分析了它们之间的相关性,也明确了各社会经济因素对细菌性痢疾的解释力,以及各社会经济因素之间对细菌性痢疾的交互作用,为本地区细菌性痢疾的预防和控制提供了理论依据。

2 研究数据与方法

2.1 数据

研究区包括京津唐地区的36个区县,采用的数据是2012年京津唐地区各区县的细菌性痢疾发病数据,总病例数为2322例;细菌性痢疾发病数据包

括个体病例的发病时间、地理位置以及年龄、职业等信息。

社会经济因素的研究中,不同地区选取的指标不同^[14-15]。在京津唐地区,各区县的地区生产总值与财政支出有很强的相关性($p<0.01$),地区生产总值反映了一个地区的经济发展水平,而财政支出主要是财政在公共产品和服务等方面的分配,并且财政支出包涵的应用项目众多,与细菌性痢疾相关的只占很小的一部分,故在二者之间选择各区县的地区生产总值,并取人均值。所以本文选取以下社会经济指标:第一产业比重、第二产业比重、各区县的人均地区生产总值;人口密度和农村人口占总人口的比例作为人口统计学指标加入到研究中。社会经济数据主要来源于2012年京津唐地区的统计年鉴。

图1展示了细菌性痢疾发病率和社会经济指标的地理分布。细菌性痢疾发病率较高的地区主要分布在北京市市辖区、门头沟区、房山区、延庆区、平谷区以及天津市市辖区、北辰区。京津唐地区各区县的人均GDP分布很不均,最高的是27.33万元,最低的是2.64万元,人均GDP较高的区域主要位于北京市市辖区、天津市滨海新区和唐山市的北部地区(图1(a));京津唐地区的东北部农村人口较多,农

村人口占总人口的比例呈现东高西低的现象(图1(d));从图1(e)可看出,人口主要集聚在市中心。

2.2 地理探测器

地理探测器既可以检验单变量的空间分层异质性,也可以通过检验2个变量空间分布的一致性,来探测2个变量之间可能的因果关系。地理探测器的基本思想是:结合GIS空间叠加技术和集合论,以“解释力(Power of Determinant)”作为度量指标,来识别潜在影响因素与健康指标之间的关系。

地理探测器主要由4部分组成:风险探测器、因子探测器、生态探测器和交互作用探测器。其基本原理^[19-21]如图2所示。将地理空间(即京津唐地区)记为A,健康风险指标即本文研究的细菌性痢疾发病率的空间分布记为B。整个研究区可以被分成N个规则格网单元,并把每个格网单元中的细菌性痢疾发病率记 $b_i(1 \leq i \leq N)$ 。C、D表示2个潜在影响因素, $c_i(d_i)(1 \leq i \leq n_c(1 \leq i \leq n_d))$ 表示影响因素C(D)的空间类别分区,其中每个子区域包涵 $n_{c,z}(n_{d,z})(1 \leq z \leq n_c(1 \leq z \leq n_d))$ 个格网单元($N = \sum_{z=1}^{n_c} n_{c,z}$)。在每个子区域中,每个格网单元的细菌性痢疾发病率记为 $b_{z,i}(1 \leq z \leq n_c, 1 \leq i \leq n_{c,z})$ 。地理探测器是将细

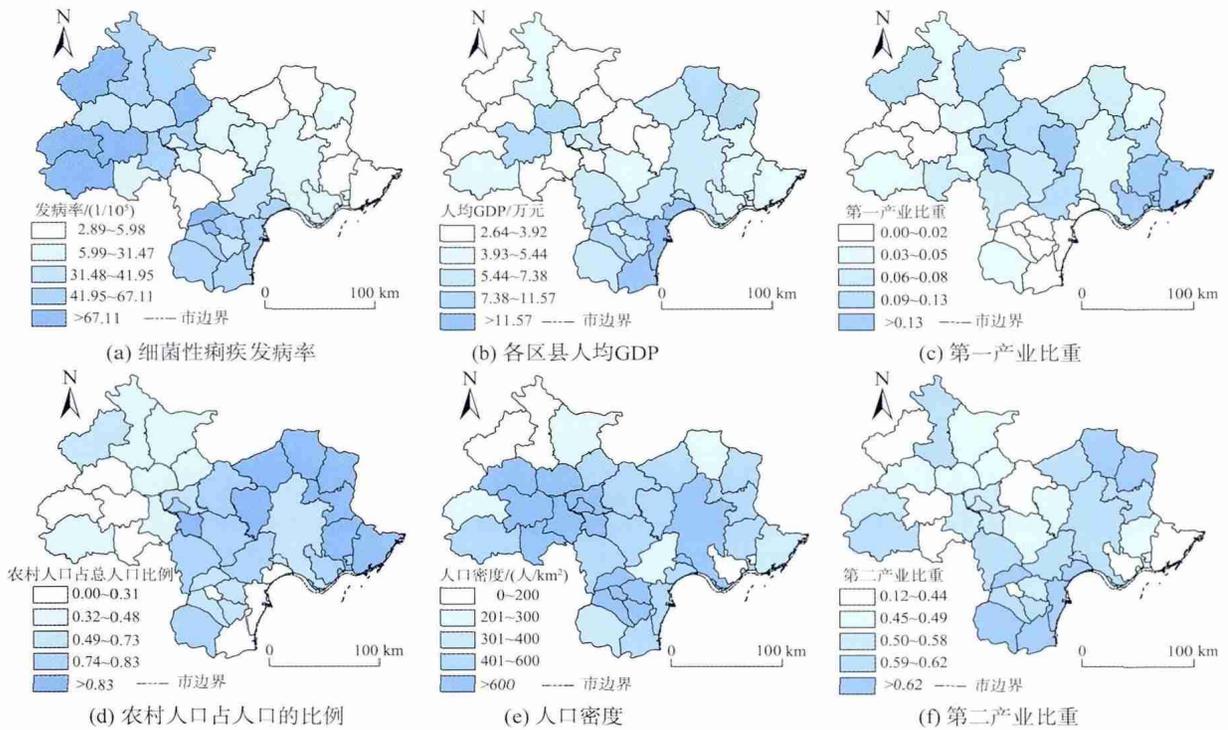


图1 细菌性痢疾发病率和社会经济指标的地理分布图

Fig. 1 The geographical distribution of bacillary dysentery morbidity and social-economy indices

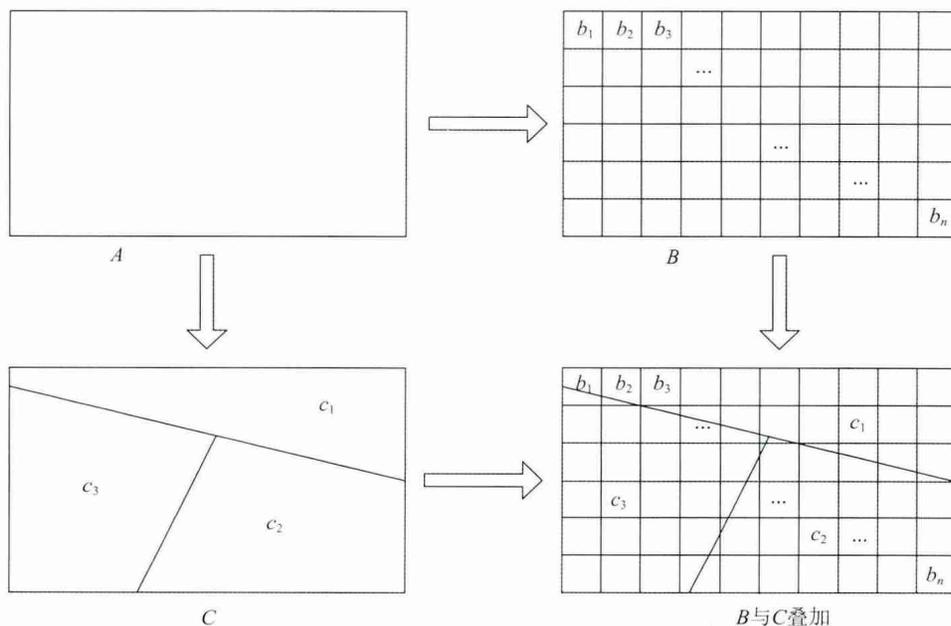


图2 细菌性痢疾发病率层与影响因素层的叠加

Fig. 2 Overlay of bacillary dysentery morbidity stratum and influencing factors stratum

菌性痢疾发病率图层(即B层)与影响因素层(以C层为例)作空间叠加,以此来计算影响因素空间分区内细菌性痢疾发病率的均值和方差。

(1)风险探测器。假设影响因素C可分成3个子区域,分别为 c_1, c_2, c_3 。以子区域 c_1 为例,子区域 c_1 的细菌性痢疾发病率的均值 \bar{b}_{c_1} 和 $\sigma_{c_1}^2$ 方差分别如式(1)、(2)所示。接着对影响因素C的不同空间类别分区 c_1, c_2, c_3 之间进行发病率均值差异的显著性检验。均值显著大的分区,其发病率高,以此来探索细菌性痢疾的发病风险区。

$$\bar{b}_{c_1} = \frac{1}{n_{c_1}} \sum_{i=1}^{n_{c_1}} b_{c_1,i} \quad (1)$$

$$\sigma_{c_1}^2 = \frac{1}{n_{c_1}} \sum_{i=1}^{n_{c_1}} (b_{c_1,i} - \bar{b}_{c_1})^2 \quad (2)$$

(2)因子探测器。利用各空间分区的方差以及总方差计算各影响要素对细菌性痢疾发病率的解释力,即分辨出对细菌性痢疾发病率起到关键作用的影响因素,其解释力计算公式如式(3)所示。

$$q_{C,B} = 1 - \frac{(n_{c_1} Var_{c_1} + n_{c_2} Var_{c_2} + n_{c_3} Var_{c_3})}{N Var_c} \quad (3)$$

式中:C为影响因子;B为细菌性痢疾发病率;Var表示方差; $q_{C,B}$ 为C对B的解释力($N = n_{c_1} + n_{c_2} + n_{c_3}$)。

按照影响因素C的类别分区,细菌性痢疾的发病率在各个不同类别分区内的方差等于零时,

$q_{C,B} = 1$,则称该影响因素能很好的解释细菌性痢疾发病率的空间分布,即该因子对细菌性痢疾发病率的影响最大。

(3)生态探测器。比较各影响要素间细菌性痢疾发病率总方差的差异,探究不同的要素在影响疾病的空间分布方面的作用是否有显著的差异。

(4)交互作用探测器。通过比较 $q_{C \cap D, B}$ 、 $q_{C, B}$ 、 $q_{D, B}$ 的大小(其中,C、D代表潜在的影响因素, $q_{C \cap D, B}$ 表示C和D的交互作用对健康指标即细菌性痢疾的解释力),识别影响因素之间的交互作用。

3 结果分析

3.1 季节性和人群特征

京津唐地区细菌性痢疾的发生存在很强的季节性,8、7、6、9月依次为细菌性痢疾病例数最多的4个月份(图3),病例数分别为3746、3509、3155、2746例,占2012年该地区病例总数的57.59%,2月为发病数最少的月份,发病625例。

细菌性痢疾的发病率在不同职业类型中存在很大的差异(图4)。京津唐地区细菌性痢疾发病数居前6位的分别是:农民(发病数:10 024例)、散居儿童(7650例)、离退人员(3264例)、学生(3235例)、家务及待业者(3205例)和干部职员(2806例),

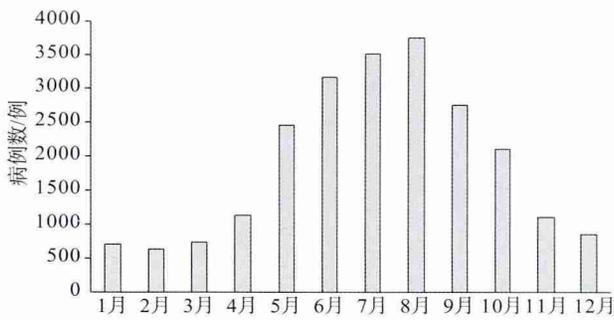


图3 2012年京津唐地区各月细菌性痢疾的病例数分布
Fig. 3 The distribution of the cases of bacillary dysentery in Beijing-Tianjin-Tangshan in 2012

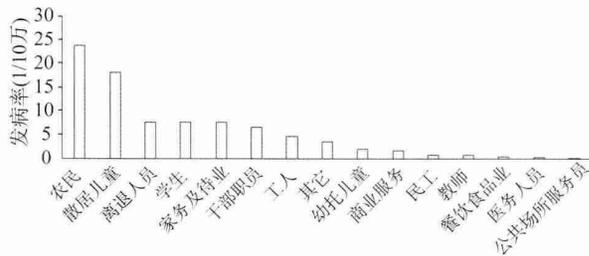


图4 不同职业细菌性痢疾的发病率
Fig. 4 The morbidity of bacillary dysentery of different professions

占该地区本年全部发病病例的82.75%,其发病率分别为:23.93%、18.26%、7.79%、7.72%、7.65%和6.7%。图5分析了在年龄结构和性别上,细菌性痢疾发病的差异性。以5岁为一个年龄组^[22-23],细菌性

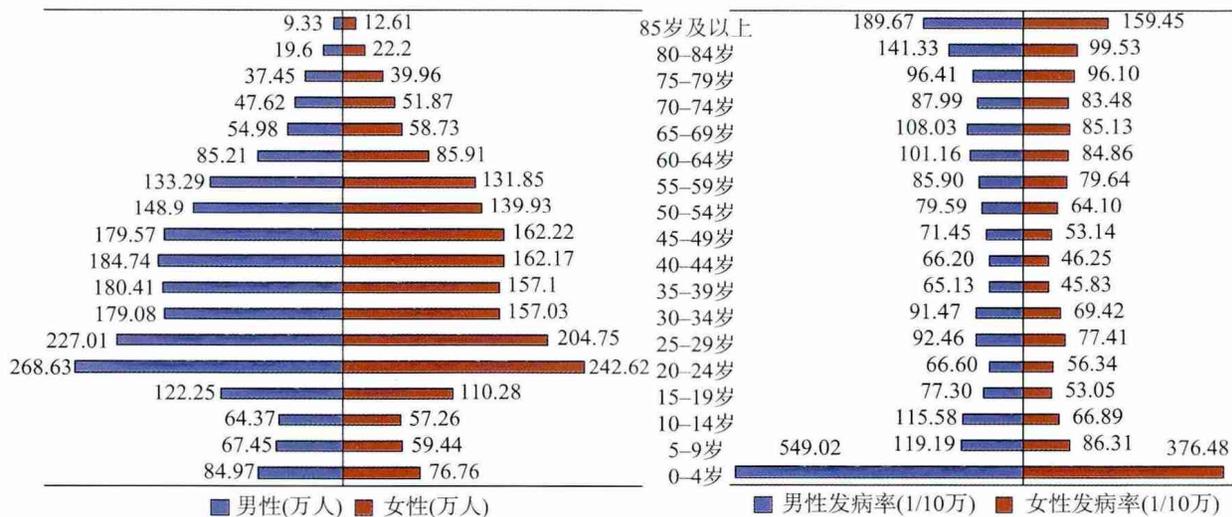
痢疾主要发生于儿童和老年期,这与中国其他地区细菌性痢疾的发生一致。另外,在各年龄组中,男性的发病率普遍高于女性发病率。

3.2 时空聚集性

在京津唐地区,细菌性痢疾发病率在空间和时间上都存在很大的差异。空间上,细菌性痢疾发病率最低的地区是遵化市(2.89/10万),最高为北京市门头沟区(115.77/10万);时间上,在12个月中,发病率最高的是8月:10.29/10万,最低的是2月:1.84/10万。热点分析(Getis_Ord Gi*)是用来探索和发现局部空间聚类分布特征的方法,标识出细菌性痢疾发病率空间聚集程度的高值和低值。使用空间热点分析工具Getis_Ord Gi*,分析京津唐地区各月细菌性痢疾发病率在空间和时间上是否存在聚集性及高低聚集区(图6)。空间上,1-4月,细菌性痢疾发病率的高聚集区主要分布于北京市的房山区和门头沟区,低聚集区域主要分布于唐山市的滦县;6-12月,细菌性痢疾发病率的高聚集区主要分布在天津市的滨海新区,无低聚集区。时间上,京津唐地区既存在细菌性痢疾的高聚集区又存在低聚集区,其中细菌性痢疾发病率的高聚集区在全年12个月均有分布,细菌性痢疾发病率的低聚集区只存在于1-4月以及6月。

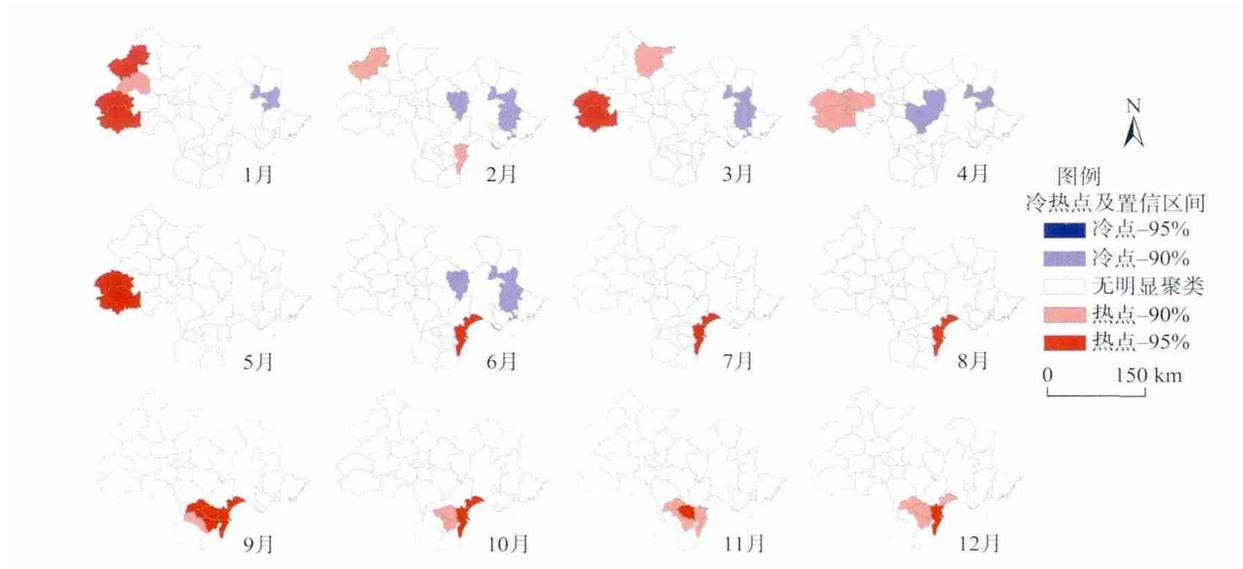
3.3 社会经济因素

本文使用地理探测器中的因子探测器分析了



注:各年龄段男(女)性的细菌性痢疾发病率=该年龄段男(女)细菌性痢疾发病数/该年龄段男(女)的人口数
图5 各年龄组男性和女性的人口数和细菌性痢疾发病率在各年龄组的分布

Fig. 5 The distribution of population and bacillary dysentery morbidity of male and female, respectively, at each age group



注:90%、95%分别代表置信度为90%、95%的统计显著性

图6 京津唐地区细菌性痢疾发病率的热点分析

Fig. 6 The monthly hotspot analysis of bacillary dysentery morbidity in Beijing-Tianjing-Tanshan

影响因素对细菌性痢疾发病的影响强度即解释力,各影响因素的解释力依次为:农村人口占总人口的比例($q:0.61$)>人口密度($q:0.37$)>第一产业比重($q:$

0.23)>第二产业比重($q:0.22$)>人均GDP($q:0.20$) (图7)。结合皮尔逊相关性分析,结果显示人口密度与细菌性痢疾的发病率呈正相关($P<0.01$);农村人口占总人口的比例、人均GDP、第一产业比重、第二产业比重与细菌性痢疾的发病率呈负相关($P<0.01$)。

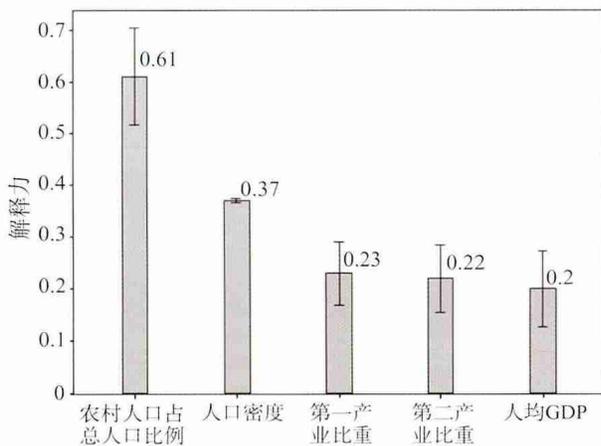


图7 各影响因子对细菌性痢疾发病的解释力

Fig. 7 The power of determinant of risk factors to the incidence of bacillary dysentery

生态探测器分析了各影响因素的解释力 $q_{C,B}$ 值之间的差异性(表1),并进行了显著性检验。可以看出,第一产业比重、第二产业比重之间的 $q_{C,B}$ 值没有显著的差异,但人口密度、农村人口占总人口的比例、人均GDP之间的 $q_{C,B}$ 值存在显著的差异。结合因子探测器的结果,可以判断出农村人口占总人口的比例、人口密度和各区县的人均GDP是细菌性痢疾发病的主要影响因素。

交互作用探测器分析了2个影响因素对细菌性痢疾的交互作用。2个影响因素对细菌性痢疾的影响或相互独立,或相互影响,即2个影响因素对细菌性痢疾的共同作用大于或小于或等于这2个因素各

表1 不同影响因素的 q 值之间的统计显著性差异

Tab. 1 Statistical significance difference of the q value between different risk factors

	人口密度	第一产业比重	第二产业比重	农村人口占总人口的比例	各区县的人均GDP
第一产业比重	N				
第二产业比重	N	N			
农村人口占总人口的比例	Y	Y	Y		
各区县人均GDP	Y	Y	N	Y	

注:Y表示2个影响因素的解释力之间存在显著性差异(置信度为95%);N表示没有显著性差异

自对细菌性痢疾的影响之和。结果显示:本研究所选的指标中,以人口密度和农村人口占总人口的比例2个指标为例,它们各自对细菌性痢疾的解释力为37%和61%,通过交互作用分析,二者共同对细

表2 交互作用探测器结果

Tab. 2 The results of interaction detector

	人口密度	第一产业比重	第二产业比重	农村人口占总人口的比例	各区县的人均GDP
人口密度	0.37				
第一产业比重	0.79	0.23			
第二产业比重	0.68	0.52	0.22		
农村人口占总人口的比例	0.87	0.85	0.87	0.61	
各区县的人均GDP	0.59	0.83	0.56	0.84	0.20

菌性痢疾的解释力达到87%,即人口密度和农村人口占总人口的比例共同作用的结果要高于它们各自起作用的结果。通过表2数据分析,所选的指标之间都存在交互作用加强的趋势。

4 结论与展望

京津唐地区细菌性痢疾主要发生在夏秋季,这和中国其他地区细菌性痢疾发病的季节性一致,如长沙市、四川省、武汉市有相同的季节特征^[11,24-25],并且该地区细菌性痢疾发病是从1月开始逐月增加,在8月达到顶峰,随后开始逐渐减少,这和同位于北部的城市沈阳市^[14]的细菌性痢疾的研究结果一致。本研究区和其他区域的不同点在于季节高峰期的出现,京津唐地区的季节高峰在6-9月,比长沙市的提前了1个月^[13]。对于人类传染病季节性的产生原因,流行病学及相关研究者一直在研究中,并且对于传染病季节性的解释目前还没有统一的定论^[26-27]。目前大多数研究中,对于季节性的解释主要归因于气象因素,如较高的温度可能会增加病原菌的爆发,增强细菌的生长,扩大细菌的生存环境进而污染食物^[28]。另有研究表明,至贺氏杆菌生存的最适宜温度是37℃^[29],而这样的高温天气主要出现在夏秋季。

不同的职业类型、不同的年龄段,细菌性痢疾的发病率有很大差异,这主要和细菌性痢疾的传播途径、人体对细菌性痢疾的免疫有关。细菌性痢疾主要是通过人与人之间的接触以及粪一口途径传

播,不同的年龄段和职业类型,人们之间的接触和周围的卫生环境都有很大的差异;儿童和老人的免疫力相比其他年龄组的较弱。并且不同菌群间及不同血清型痢疾杆菌之间没有交叉免疫,这也增加了细菌性痢疾的发病风险。

细菌性痢疾发病率的热点分析结果显示细菌性痢疾发病率的局部空间聚集状态保持一定的稳定性:1-5月,细菌性痢疾的高值聚集区主要是北京市的房山区和门头沟区,低聚集区主要是唐山市的滦县;6-12月,高值聚集区主要是天津市的滨海新区;同时揭示了细菌性痢疾空间分布的异质性。

本研究运用地理探测器模型,结合皮尔逊相关系数,研究了5种社会经济因素与细菌性痢疾的关系,探测了各因素对细菌性痢疾发生的影响程度。所选的5种社会经济指标,对细菌性痢疾都存在不同程度的影响,这和目前的研究发现一致,如Fereer等研究表明经济因素是细菌性痢疾发病的决定性因素之一^[30]。本文的亮点在于探测了各影响因素对细菌性痢疾的解释力,并分析了影响因素两两之间对细菌性痢疾影响的交互作用。农村人口占总人口的比例、人口密度和各区县的人均GDP是影响细菌性痢疾发病的主要的社会经济因素,并且它们两两之间的交互作用要大于它们独自影响的作用。其中各区县的人均GDP与细菌性痢疾的发病率呈负相关。人均GDP作为衡量经济发展状况的指标,人均GDP越高,说明该地经济发展水平越高,经济发展有利于促进卫生的改善,更好地食用安全的水和食物。Tang等指出人们的收入越高,细菌性痢疾的发病率越小^[31]。人口密度与细菌性痢疾的发病率呈正相关,农村人口占总人口的比例与细菌性痢疾的发病率呈负相关。随着经济和城镇化快速的发展,为了就业和生活的需要,农村人口逐渐向城镇和大城市转移^[32]。京津唐地区作为京津冀发展的核心区域,经济和社会的快速发展吸引了来自全国各地外来人口的聚集,外来人口的迁入在为城市的发展提供大量人力资源的同时,也带来了人口过密、环境污染等诸多问题^[33];并且外来工作者工作和活动范围的不确定性,这在很大程度上促进了细菌性痢疾的发生。其次,细菌性痢疾的预防和治疗对医疗技术要求并不是很高,一般地区均可满足,所以在农村人口占总人口的比例较高、人口密度低的郊区,其细菌性痢疾的发病率并不高,而在农村人口占总人口比例较低,人口密度高的地区,

细菌性痢疾的发病率相对较高。地理探测器模型基于空间分异理论和空间方差分析,在探测出风险因素的同时,探测了各因素之间的相对重要性及其交互作用;并且地理探测器模型没有过多的条件限制和参数设置,普适性更好。

今后将进一步开展以下研究:①京津唐地区细菌性痢疾社会经济和气象因素之间的交互作用。虽然许多研究中已经证明气象因素对细菌性痢疾的影响及其它们之间的相关性,但本文只考虑了京津唐地区社会经济因素及其之间的交互作用,而气象因素和社会经济因素是否存在相互影响,它们之间的交互作用是加强还是减弱,还需要进一步的研究。②空间和时间上,将采用更小的研究单元(如空间上:镇乡;时间上:周)。由于社会经济数据统计口径等原因,本研究中以区县为空间分析单元,而在流行病学研究中,较小的地理单元在帮助提出一些更详尽的策略中可提供更有价值的信息,并且区县的社会经济水平并不能完全说明比其小的各地理单元(如镇乡等)的经济水平,所以在为镇乡等制定细菌性痢疾预防和控制措施时,使用区县级的研究结果并不准确,所以更小的地理单元(比如镇乡)将放入下一步的研究中。同样,今后的研究将以周为时间尺度分析细菌性痢疾发病率的聚集性。

参考文献(References):

- [1] Zhang Y, Peng B, Hiller J E . Weather and the transmission of bacillary dysentery in Jinan, northern China: a time-series analysis[J]. *Public Health Rep*, 2008,123:61-66.
- [2] Von S L, Kim D R, Ali M, *et al.* A multicentre study of shigella diarrhoea in six Asian countries: disease burden, clinical manifestations, and microbiology[J]. *PLoS Med*, 2006,3(9):e353.
- [3] Wang X Y, Du L, Seidlein L V, *et al.* Occurrence of shigellosis in the young and elderly in rural China: results of a 12-month population-based surveillance study[J]. *Am J Trop Med Hyg*, 2005,73:416-422.
- [4] Wang X Y, Tao F B, Xiao D L, *et al.* Trend and disease burden of bacillary dysentery in China (1991-2000) [J]. *Bull World Health Organ*, 2006,84:561-568.
- [5] Sui J L, Zhang J, Sun J L, *et al.* Surveillance of bacillary dysentery in China, 2009[J]. *Disease Surveillance*, 2010, 25:947-950.
- [6] Nie C J, Li H R, Yang L S, *et al.* Socio-economic factors of bacillary dysentery based on spatial correlation analysis in Guangxi province, China[J]. *PLoS ONE*, 2014,9(7): e102020.
- [7] 常昭瑞,孙强正,裴迎新,等. 2012年中国大陆地区细菌性痢疾疫情特点与监测结果分析[J]. *疾病监测*, 2014(7): 528-532. [Chang Z R, Sun Q Z, Pei Y X, *et al.* Bacterial dysentery epidemic characteristics and monitoring result analysis in mainland China in 2012 [J]. *Disease Surveillance*, 2014,7:528-532.]
- [8] 宋瑶.天津市红桥区2012年细菌性痢疾流行病学特征分析[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2014(3):38-39. [Song Y. Bacterial dysentery epidemiological characteristics analysis in 2012, Hongqiao district of Tianjin[J]. *Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease*, 2014,3:38-39.]
- [9] 高芳旭,齐秀英.天津市和平区细菌性痢疾流行特征及疫情预测[J]. *现代预防医学*, 2015(11):1951-1953. [Gao F X, Qi X Y. Bacterial dysentery epidemic characteristics and epidemic prediction, Helping district of Tianjin[J]. *Modern Preventive Medicine*, 2015,11:1951-1953.]
- [10] 郭宁,黄伟.天津市津南区2005-2011年细菌性痢疾流行病学特征分析[J]. *继续医学教育*, 2015(9):72-73. [Guo N, Huang W. Bacillary dysentery epidemiological characteristics analysis in 2005-2011, Jinnan district of Tianjin [J]. *Continuing Medical Education*, 2015,9:72-73.]
- [11] 高雯,高庆华,何金奎,等.唐山市2005-2011年细菌性痢疾的流行病学分析[J]. *医学动物防制*, 2013(2):165-167. [Gao W, Gao Q H, He J K, *et al.* Epidemiological analysis of bacillary dysentery in Tangshan city in 2005-2011, China [J]. *Chinese Journal of Pest Control*, 2013,2:165-167.]
- [12] Zhang Y, Bi P, Hiller J E, *et al.* Climate variations and bacillary dysentery in northern and southern cities of China[J]. *Journal of Infection*, 2007,55:194-200.
- [13] Gao L, Zhang Y, Ding G, *et al.* Meteorological variables and bacillary dysentery cases in Changsha city, China[J]. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 2014,90:697-704.
- [14] Huang D S, Guan P, Guo J Q, *et al.* Investigating the effects of climate variations on bacillary dysentery incidence in northeast China using ridge regression and hierarchical cluster analysis[J]. *BMC Infectious Diseases*, 2008,8:130.
- [15] Xiao G X, Xu C D, Wang J F, *et al.* Spatial-temporal pattern and risk factor analysis of bacillary dysentery in the Beijing-Tianjin-Tangshan urban region of China[J]. *BMC Public Health*, 2014,14:998.
- [16] 丁悦,蔡建明,任周鹏,等.基于地理探测器的国家级经济技术开发区经济增长率空间分异及影响因素[J]. *地理科学进展*, 2014,33(5):657-666. [Ding Y, Cai J M, Ren Z P,

- et al.* Geographical detectors-based spatial variation and factors of economic growth rate in state-level economic technological development zone[J]. *Progress in Geography*, 2014, 33(5): 657-666.]
- [17] Hu Y, Wang J F, Li X H, *et al.* Geographical detector based risk assessment of the under- five mortality in the 2008 Wenchuan earthquake, China[J]. *PLoS ONE*, 2011, 6(6): e21427.
- [18] 廖颖, 王心源, 周俊明. 基于地理探测器的大熊猫生境适宜度评价模型及验证[J]. *地球信息科学学报*, 2016, 18(6): 767-778. [Liao Y, Wang X Y, Zhou J M, Suitability assessment and validation of giant panda habitat based on geographical detector[J]. *Journal of Geoinformation Science*, 2016, 18(6): 767-778.]
- [19] Wang J F, Li X H, Christakos G, *et al.* Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun Region, China [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2010, 24(1): 107-127.
- [20] 王劲峰, 廖一兰, 刘鑫. 空间数据分析教程[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 50-51. [Wang J F, Liao Y L, Liu X. *Spatial data analysis tutorial*[M]. Beijing: Science Press, 2010: 50-51.]
- [21] Wang J F, Zhang T L, Fu B J. A measure of spatial stratified heterogeneity. *Ecological Indicators*, 2016, 67: 250-256.
- [22] 张钟, 程婷婷, 马涛, 等. 南京市 2005-2012 年细菌性痢疾流行特征分析[J]. *中华疾病控制杂志*, 2014, 11: 1047-1050. [Zhang Z, Cheng T T, Ma T, *et al.* Epidemiological analysis of bacillary dysentery in Nanjing city in 2005-2012, China[J]. *Chinese Journal of Disease Control & Prevention*, 2014, 11: 1047-1050.]
- [23] 杨天池, 毛国华, 施家威. 2004-2011 年浙江省宁波市细菌性痢疾流行病学分析[J]. *疾病监测*, 2012(8): 620-622. [Yang T C, Mao G H, Shi J W. Epidemiological analysis of bacillary dysentery in Ningbo city of Zhejiang province in 2004-2011, China[J]. *Disease Surveillance*, 2012, 8: 620-622.]
- [24] Ma Y, Zhang T, Liu L, *et al.* Spatio-temporal pattern and socio-economic factors of bacillary dysentery at county level in Sichuan province, China[R]. *Scientific Reports*, 2015.
- [25] Li Z J, Wang L G, Sun W G, *et al.* Identifying high-risk areas of bacillary, dysentery and associated meteorological factors in Wuhan, China[R]. *Scientific Reports*, 2013.
- [26] Fares A. Factors influencing the seasonal patterns of infectious diseases[J]. *Int J Prev Med*, 2013, 4: 128-132.
- [27] Grassly N C & Fraser C. Seasonal infectious disease epidemiology[J]. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 2006, 273: 2541-2550.
- [28] Checkley W, Epstein L D, Gilman R H, *et al.* Effects of El Niño and ambient temperature on hospital admissions for diarrhoeal diseases in Peruvian children[J]. *The Lancet*, 2000, 355: 442-450.
- [29] Lake I R, Gillespie I A, Bentham G, *et al.* A re-evaluation of the impact of temperature and climate change on foodborne illness. *Epidemiology and Infection*, 2009, 137: 1538-1547.
- [30] Ferrer S R, Strina A, Jesus S R, *et al.* A hierarchical model for studying risk factors for childhood diarrhoea: a case-control study in a middle-income country[J]. *Int J Epidemiol*, 2008, 37: 805-815.
- [31] Tang F Y, Cheng Y J, Bao C J, *et al.* Spatio-Temporal Trends and Risk Factors for Shigella from 2001 to 2011 in Jiangsu Province, China[J]. *PLoS One*, 2014, 9(1): e83487.
- [32] 钮薇娜. 从县城城镇化水平看农村人口空间转移[J]. *农业经济丛刊*, 1987(1): 29. [Niu W N. Analyze rural population spatial transfer from the level of urbanization in the county, *Taiwanese Agricultural Economic Review*, 1987, 1: 29.]
- [33] 王海宁, 陈媛媛. 京津沪外来人口迁移行为影响因素对比分析[J]. *人口与发展*, 2010(2): 21-28. [Wang H N, Chen Y Y. Comparative analysis migratory behavior's factors of transient population in Beijing-Tianjin-Shanghai[J]. *Population and Development*, 2010, 2: 21-28.]